

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-152173

(43)Date of publication of application : 05.06.2001

(51)Int.Cl.

C10M169/04  
// (C10M169/04  
C10M101:02  
C10M105:02  
C10M105:18  
C10M105:32  
C10M131:02  
C10M135:02  
C10M135:20  
C10M137:04  
C10M139:00 )  
C10N 10:12  
C10N 30:04  
C10N 30:06  
C10N 40:24

(21)Application number : 11-340598

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 30.11.1999

(72)Inventor : MATSUMOTO KEIJI

## (54) LUBRICANT FOR COLD WORKING

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a lubricant for cold working which prevents seizure between a tool and a work piece in cold working, especially cold working of a steel pipe, prevents dimples from occurring, can be easily cleaned after the cold working, and does not reattach to the work piece.

SOLUTION: This lubricant is prepared by dispersing 5-70 wt.% at least one powder selected from among boric acid, water-soluble borates, water-soluble alkali metal silicates, molybdic acid, and water-soluble molybdates in a base oil containing at least 50 wt.% extreme pressure agent. The extreme pressure agent is preferably a sulfur-based one. The average particle size of the powder is preferably 50  $\mu$ m or lower.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-152173  
(P2001-152173A)

(43)公開日 平成13年6月5日(2001.6.5)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード*(参考)
C 1 0 M 169/04		C 1 0 M 169/04	4 H 1 0 4
// (C 1 0 M 169/04		(C 1 0 M 169/04	
101: 02		101: 02	
105: 02		105: 02	
105: 18		105: 18	
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号	特願平11-340598	(71)出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22)出願日	平成11年11月30日(1999. 11. 30)	(72)発明者	松本 圭司 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内
		(74)代理人	100081352 弁理士 広瀬 章一
		Fターム(参考)	4H104 AA11A AA11C AA21A AA21C AA26A AA26C BG02C BG04C BG10C BG12C BG14C BG15C DA02A EA08C EB02 EB08 FA01 FA06 LA03 LA20 PA28 PA34 QA07

(54)【発明の名称】 冷間加工用潤滑剤

(57)【要約】

【課題】 冷間加工、特に鋼管の冷間加工において、工具と被加工材との間の焼付きを防止するとともに凹み疵の発生を防止し、かつ加工後の洗浄が容易で再付着の発生を抑制することができる冷間加工用潤滑剤を提供する。

【解決手段】 質量で50%以上の極圧剤から構成される基油にホウ酸、水溶性ホウ酸塩、水溶性アルカリ金属ケイ酸塩、モリブデン酸および水溶性モリブデン酸塩から選ばれる1種または2種以上の粉末を質量で5%以上70%以下分散させる。極圧剤は硫黄系極圧剤で、粉末の平均粒径は50μm以下が望ましい。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量で50%以上の極圧剤から構成される基油に、ホウ酸、水溶性ホウ酸塩、水溶性アルカリ金属ケイ酸塩、モリブデン酸および水溶性モリブデン酸塩から選ばれる1種または2種以上の粉末を質量で5%以上70%以下分散させたことを特徴とする冷間加工用潤滑剤。

【請求項2】 上記極圧剤が、硫黄系極圧剤であることを特徴とする請求項1に記載の冷間加工用潤滑剤。

【請求項3】 上記粉末の平均粒径が50 $\mu$ m以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の冷間加工用潤滑剤。

【請求項4】 鋼管の冷間圧延における工具と被圧延材との間の潤滑剤として使用することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の冷間圧延用潤滑剤。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鋼材を冷間にて塑性加工する際に用いられる冷間加工用潤滑剤に関する。詳しくは、本発明は、耐焼き付き性と洗浄性に優れた冷間加工用潤滑剤に関する。

【0002】

【従来の技術】鋼材の冷間加工では、加工時の摩擦力の低減や、工具と被加工材間の焼き付き防止を目的に潤滑剤が使用される。特に、冷間鍛造、鋼管の冷間抽伸、あるいは鋼管の冷間圧延などのように加工度が高い塑性加工に使用される潤滑剤は優れた潤滑性が要求される。

【0003】このような冷間加工に使用される潤滑剤としては、油や水をベースとし加工の際に被加工材や工具に吹き付けて使用するタイプと、加工前に被加工材の表面に固体被膜を形成させて使用するタイプのものがある。

【0004】被膜タイプの潤滑剤は一般に耐焼き付き性に優れるため、特に焼き付きが発生しやすい加工に用いられてきたが、被加工材に潤滑剤を塗布して乾燥させるという工程が必要であり、生産効率、コストの面で問題がある。

【0005】水をベースにした潤滑剤としては、水溶液タイプや油を乳化させたエマルジョンタイプが用いられている。これらは、熱伝導率の高い水をベースにしているため冷却性には優れているが、形成される潤滑膜が薄く、耐焼き付き性は低い。

【0006】油をベースとした潤滑剤は、水をベースとした潤滑剤に比べ、厚い潤滑膜の形成が可能のため耐焼き付き性に優れており、極圧剤の添加により更に耐焼き付き性の向上が可能のため、多用されている。しかしながら、冷間鍛造、鋼管の冷間抽伸、鋼管の冷間圧延などの加工では、焼き付きの防止効果が充分ではない。ところで、熱間加工では、焼き付き防止のため、粉末状の潤滑剤や、粉末を水や油に添加した潤滑剤が用いられる。例え

ば、特開平06-041567号公報には、温熱間塑性加工用粉末状潤滑剤が、また、特開平08-143882号公報には基油にホウ酸やホウ酸塩のオイルサスペンションを含有させた鋼材の熱間圧延用潤滑剤組成物が開示されている。

【0007】一般に、粉末は工具と被加工材との界面に介在し工具と被加工材との金属接触を防止する作用をなすため、粉末あるいは粉末を含んだ水や油の混合物を潤滑剤として用いると、耐焼き付き性が向上する。しかしながら、粉末が被加工材に押し込まれて凹み疵になるという問題や、加工後の洗浄工程で洗浄された粉末が洗浄槽内に溶けずに漂い、それが製品に再付着して汚すと言った問題がある。従って、通常、粉末あるいは粉末を含有した潤滑剤は、最終工程あるいは最終工程に近い冷間加工では使用されず、中間工程である熱間加工に限られて使用されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、冷間加工、特に鋼管の冷間圧延において、工具と被加工材との間の焼き付きを防止するとともに凹み疵の発生を防止し、かつ加工後の洗浄が容易で再付着の発生を抑制することができる冷間加工用潤滑剤を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】発明者らは、上記課題の解決手段について鋭意検討し、質量で50%以上の極圧剤から構成される基油に微細な水溶性の粉末を分散させることにより上記課題が解決されることを新たに知見し本発明を完成した。

【0010】本発明の要旨は以下の(1)～(4)の通りである。

【0011】(1) 質量で50%以上の極圧剤から構成される基油にホウ酸、水溶性ホウ酸塩、水溶性アルカリ金属ケイ酸塩、モリブデン酸および水溶性モリブデン酸塩から選ばれる1種または2種以上の粉末を質量で5%以上70%以下分散させたことを特徴とする冷間加工用潤滑剤。

【0012】(2) 上記極圧剤が、硫黄系極圧剤であることを特徴とする上記(1)項に記載の冷間加工用潤滑剤。

【0013】(3) 上記粉末の平均粒径が50 $\mu$ m以下であることを特徴とする上記(1)または(2)項に記載の冷間加工用潤滑剤。

【0014】(4) 鋼管の冷間圧延における工具と被圧延材との間の潤滑剤として使用することを特徴とする上記(1)～(3)項のいずれかに記載の冷間圧延用潤滑剤。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、%表示は、質量%を表す。

【0016】本発明の冷間加工用潤滑剤（以下、単に潤滑剤ともいう）は、50%以上の極圧剤から構成される

基油にホウ酸、水溶性ホウ酸塩、水溶性アルカリ金属ケイ酸塩、モリブデン酸、水溶性モリブデン酸塩の粉末を分散させたものである。

【0017】潤滑剤は工具と被加工材の界面に介在して潤滑膜を形成し、工具と被加工材との金属接触を防止し焼付きを防止する。すなわち、基油により形成される潤滑膜に加え、基油中に分散している粉末が界面を覆うように均一に拡がり焼付きが防止される。

【0018】本発明の潤滑剤を構成する粉末の作用機構の詳細は不明であるが、冷間加工により界面の温度は局部的には高温に達するため、その温度域でホウ酸や水溶性ホウ酸は酸化ホウ素に、水溶性アルカリ金属ケイ酸塩はシリカガラスに変化し、軟化したこれらの物質が界面に均一に拡がるためと推察される。モリブデン酸塩も同様の現象が生じているものと考えられる。

【0019】本発明において、粉末含有量は、潤滑剤中、5%以上70%以下である。含有量が5%未満では焼付きの防止効果が不十分であり、70%超では潤滑剤の粘度が高くなり過ぎて作業性が悪化する。好ましくは、30%以上60%以下である。

【0020】本発明の潤滑剤に用いられる粉末は前述の加工温度域で液体に溶解するものではないため、粉末の分散が不十分で粒子の凝集した塊がある場合や、凝集していなくとも粒径が大き過ぎる場合には、粒子が被加工材に押し込まれて凹み疵（以下、押し込み疵ともいう）を生じることがある。好ましくは、粉末の粒径は、平均で50 $\mu$ m以下である。また、粒径が小さすぎると潤滑剤の粘度が高くなり過ぎて作業性が悪化する。更に好ましくは、粉末の平均粒径は0.1 $\mu$ m以上20 $\mu$ m以下である。

【0021】本発明で使用できる水溶性ホウ酸塩としては、ナトリウム塩、カリウム塩、アルカノールアミン塩、アンモニウム塩等が挙げられる。水溶性アルカリ金属ケイ酸塩としては、ケイ酸ナトリウム、ケイ酸カリウム、ケイ酸リチウムが挙げられる。水溶性モリブデン酸塩としては、モリブデン酸ナトリウム、モリブデン酸カリウム等のアルカリ金属塩、モリブデン酸アルカノールアミンおよびモリブデン酸アンモニウム等が挙げられる。

【0022】一般に、冷間加工された被加工材はアルカリ液での洗浄工程に送られて加工時に付着した潤滑剤が除去される。本発明の潤滑剤に含まれる粉末は水あるいはアルカリ水溶液に溶解するところに特徴がある。したがって、本発明の潤滑剤はアルカリ洗浄によって容易に洗浄され、しかも、アルカリ洗浄で洗浄槽内に溶けずに留まっている粒子が再付着して製品を汚すと言った問題を生じない。本発明に潤滑剤に含まれる基油は、50%以上の極圧剤から構成される。本発明で使用できる極圧剤としては、公知の極圧剤を用いることができ、例えば、硫黄系、リン系および塩素系などの極圧剤を挙げる

ことができる。硫黄系極圧剤としては、例えば、動植物油や合成油の硫化物である硫化油脂、硫化脂肪酸、硫化エステル、硫化オレフィン、ジヒドロカルビルポリサルファイド、チオカーバメート、チオテルペン、ジアルキルチオジプロピオネートなどを挙げるができる。

【0023】ここで、硫化油脂としては、硫化鯨油、硫化ラード、硫化なたね油、硫化ひまし油、硫化大豆油、硫化米ぬか油などを、硫化脂肪酸としては硫化オレイン酸などを、硫化エステルとしては硫化オレイン酸メチルなどを使用することができる。硫化オレフィンとしては、硫化プロピレン、硫化イソブテン、硫化ジイソブテンなどが挙げられる。ジヒドロカルビルポリサルファイドとしては、ジベンジルポリサルファイド、ジドデシルポリサルファイド、ジオクチルポリサルファイド、ジフェニルポリサルファイド、ジシクロヘキシルポリサルファイドなどを挙げるができる。チオカーバメートとしては、ジメチルジチオカーバメートなどを、チオテルペンとしては、五硫化リンとピネンの反応物を、ジアルキルチオジプロピオネート類としては、ジラウリルチオジプロピオネート、ジステアリルチオジプロピオネートなどを挙げることができる。

【0024】リン系極圧剤としては、アルキルフォスファイト、アルキルまたはアリールアシッドフォスフェート、トリアルキルまたはトリアリールフォスフェート、ジチオリン酸亜鉛などが挙げられる。

【0025】塩素系極圧剤としては、動植物油や合成油を塩素化した塩素化パラフィン、塩素化エステル、塩素化脂肪酸、塩素化油脂などが挙げられる。本発明では、硫黄系極圧剤、リン系極圧剤および塩素系極圧剤をそれぞれ単独に、あるいは2種以上を混合して使用することができる。好ましくは、極圧剤は硫黄系極圧剤であり、更に好ましくは、硫化油脂、硫化脂肪酸、硫化エステル、硫化オレフィンである。極圧剤の量が過小では焼付き防止効果が不十分となる。そのため、極圧剤は基油中、50%以上とした。なお、極圧剤は、基油中、100%であってもよい。好ましくは、80%以上である。

【0026】本発明の潤滑剤を構成する基油として、上記極圧剤に、公知の冷間圧延油等の基油として用いられている鉱油や合成油などを添加して用いてもよい。例えば、鉱油としては、パラフィン系鉱油やナフテン系鉱油などを、合成油としては、ポリ $\alpha$ -オレフィン、ポリオキシプロピレングリコール、ブチルステアレート、トリメチロールプロパンなどを挙げることができる。

【0027】本発明の潤滑剤の粘度は、基油の種類と粉末の量を調整することで調整することができる。すなわち、基油に高粘度のものを使用すると潤滑剤の粘度は高くなり、低いものを使用すると潤滑剤の粘度は低くなる。また、粉末の添加量が多いと潤滑剤の粘度は高くなり、少ないと低くなる。潤滑剤の粘度が高すぎると洗浄性が悪化し、低すぎると潤滑性が悪化する。好ましく

は、潤滑剤の粘度は、B型粘度計No. 4ロータによる25℃の条件で1000mPa・s以上25000mPa・s以下である。

【0028】本発明の潤滑剤には、基油ならびに粉末以外に公知の各種添加剤、例えば防錆添加剤、酸化防止剤、防食添加剤、界面活性剤などを加えて使用することができる。その際の各種添加剤の含有量は、潤滑剤中、合計で10質量%程度以下とするとよい。

【0029】本発明の潤滑剤は、原液のままスプレーなどにより冷間加工の工具や被圧延材に塗布して使用することができる。また、界面活性剤などで乳化したり、あるいは水で希釈して塗布してもよい。

【0030】本発明の潤滑剤は、粘度および基油や粉末の成分を調整することで種々の冷間加工に使用できる。例えば、本発明の潤滑剤が使用できる冷間加工分野としては、鋼材の冷間鍛造、鋼管の冷間圧延や冷間抽伸、鋼板の冷間圧延、形鋼、鋼矢板、棒鋼、線材、板材および

鋼管の矯正などが挙げられる。

【0031】特に、本発明の潤滑剤は鋼管の冷間圧延に適用すると好適である。すなわち、本発明の潤滑剤は粘性が高いため工具や被圧延材との付着性が良好であり、また、潤滑性が高いため、鋼管の冷間圧延に適用することにより、鋼管内面とマンドレルと呼ばれる棒状工具との界面、ならびに鋼管外面と孔型ロールとの界面での焼付きを極めて効果的に防止することができる。

【0032】

【実施例】表1に示す組成の基油と各種粉末から表2に示す本発明例1～20の20種類の潤滑剤と表3に示す比較例1～7の7種類の潤滑剤を作製し、リング圧縮試験ならびに洗浄試験で潤滑性、押し込み疵の発生程度ならびに洗浄性を調査した。粉末はボールミルを用いて粒径を調整した。表4に粉末の平均粒径を示す。

【0033】

【表1】

基油の種類	極圧剤 (mass%)	その他 (mass%)
B1	塩素化油脂 (55)	n-ラフィン系鉱油 (45)
B2	塩素化脂肪酸 (55)	n-ラフィン系鉱油 (45)
B3	塩素化n-ラフィン (55)	n-ラフィン系鉱油 (45)
B4	塩素化エステル (55)	n-ラフィン系鉱油 (45)
B5	硫化油脂 (55)	n-ラフィン系鉱油 (45)
B6	硫化エステル (55)	α-オレフィン (45)
B7	硫化脂肪酸 (55)	α-オレフィン (45)
B8	硫化オレフィン (55)	α-オレフィン (45)
B9	ジブチレンスルファイト (55)	α-オレフィン (45)
B10	ジブチルカルバート (50)	α-オレフィン (50)
B11	チオ-n-ヘキシル (50)	トリメチロ-ルブ-ン (50)
B12	チオヘキシル (50)	トリメチロ-ルブ-ン (50)
B13	ジヘキシルチオジブチルオネート (80)	トリメチロ-ルブ-ン (20)
B14	デシルフォスファイト (80)	トリメチロ-ルブ-ン (20)
B15	デシルアシットフォスファイト (80)	トリメチロ-ルブ-ン (20)
B16	トリヘキシルフォスフェート (100)	無し
B17	ジチオリン酸亜鉛 (100)	無し
B18	硫化油脂 (40)	n-ラフィン系鉱油 (60)

【0034】

【表2】

		組 成			評 価 結 果				
		基油	粉末	濃度 mass%	潤滑性 焼付き 程度	摩擦 係数	洗浄性 洗浄率	再付着	押し込 み疵
本 発 明 例	1	B1	酢酸 A	5	○	0.15	◎	無し	3
	2	B1	酢酸 B	5	○	0.15	◎	無し	4
	3	B1	酢酸 C	5	○	0.15	◎	無し	4
	4	B1	酢酸 D	5	○	0.15	◎	無し	5
	5	B2	酢酸ナトリウム	40	◎	0.10	◎	無し	3
	6	B3	ナトリウムイ酸塩	70	◎	0.09	○	無し	3
	7	B4	モリブデン酸	5	○	0.11	◎	無し	3
	8	B5	モリブデン酸ナトリウム	40	◎	0.08	◎	無し	3
	9	B6	酢酸 D	70	◎	0.07	○	無し	3
	10	B7	酢酸ナトリウム	5	○	0.13	◎	無し	3
	11	B8	ナトリウムイ酸塩	40	◎	0.10	◎	無し	3
	12	B9	モリブデン酸	70	◎	0.09	○	無し	3
	13	B10	モリブデン酸ナトリウム	5	○	0.14	◎	無し	3
	14	B11	酢酸 D	40	◎	0.10	◎	無し	5
	15	B12	酢酸ナトリウム	70	◎	0.07	○	無し	3
	16	B13	ナトリウムイ酸塩	5	○	0.12	◎	無し	3
	17	B14	モリブデン酸	40	◎	0.10	◎	無し	3
	18	B15	モリブデン酸ナトリウム	70	◎	0.09	○	無し	3
	19	B16	酢酸 D	5	○	0.13	◎	無し	5
	20	B17	酢酸ナトリウム	70	◎	0.09	○	無し	3

- (注) 1. 焼付き: ◎焼付き無く、ダイス及びポンチの接触痕も無し、  
○焼付き無し、但し、ダイス又はポンチの接触痕有り、  
△軽微な焼付き、×焼付き大。
2. 洗浄率: ◎90%以上、  
○80%以上90%未満、  
△70%以上80%未満、  
×70%未満。
3. 押し込み疵: 5 (Ra: 1  $\mu$ m未満)、  
4 (Ra: 1  $\mu$ m以上3  $\mu$ m未満)、  
3 (Ra: 3  $\mu$ m以上5  $\mu$ m未満)、  
2 (Ra: 5  $\mu$ m以上10  $\mu$ m未満)。

		組 成			評価結果				
		基油	粉末	濃度 mass%	潤滑性		洗浄性		押し込 み疵
焼付き 程度	摩擦 係数				洗浄率	再付着			
比較例	1	B5	杓酸 A	3	△	0.18	◎	無し	3
	2	B5	杓酸 A	75	◎	0.09	△	無し	2
	3	B18	黒鉛	40	○	0.09	×	多	3
	4	B5	CaCO <sub>3</sub>	40	○	0.09	×	多	3
	5	B5	ナトリウムイ酸塩	3	△	0.19	◎	無し	3
	6	B5	モリブデン酸	3	△	0.18	◎	無し	3
	7	水	黒鉛	40	×	0.30	×	あり	4

(注) 1. 焼付き：◎焼付き無く、ダイス及びポンチの接触痕も無し、  
○焼付き無し、但し、ダイス又はポンチの接触痕有り、  
△軽微な焼付き、×焼付き大。

2. 洗浄率：◎90%以上、  
○80%以上90%未満、  
△70%以上80%未満、  
×70%未満。

3. 押し込み疵：5 (Ra: 1  $\mu$ m 未満)、  
4 (Ra: 1  $\mu$ m 以上 3  $\mu$ m 未満)、  
3 (Ra: 3  $\mu$ m 以上 5  $\mu$ m 未満)、  
2 (Ra: 5  $\mu$ m 以上 10  $\mu$ m 未満)。

4. 比較例 7：分散剤を添加。

【0036】

【表4】

粉末	平均粒径 ( $\mu$ m)
硝酸 A	35
硝酸 B	20
硝酸 C	10
硝酸 D	5
硝酸ナトリウム	26
ケイ酸ナトリウム	30
モリブデン酸	24
モリブデン酸ナトリウム	29

【0037】図1はリング圧縮試験の方法を示す装置の模式図である。同図において、符号1はプレス上型、2はプレス下型、3はポンチ、4はダイス、5はリング試験片、6は潤滑剤、7はカバーである。

【0038】図1に示すように、表面に潤滑剤6を塗布したリング試験片5をダイス4とポンチ3の間に置き、プレス上型1とプレス下型2で加圧して一定量の変形を与え、リング試験片表面の焼付き発生状況ならびにリング試験片とダイスとの間の摩擦係数を調査し潤滑性を評価するとともに、リング試験片表面の潤滑剤押し込み疵の発生状況を調査した。

【0039】表5にリング圧縮試験条件を示す。なお、冷間での塑性加工で発生する加工熱および摩擦熱による被加工材の温度上昇を考慮して、リング試験片、ダイスおよびポンチは150℃に加熱して試験を実施した。

【0040】

【表5】

リング試験片	材質：SUS304
	外径 (2-ro) : 20mm
	内径 (2-ri) : 10mm
	厚 (h1) : 5mm
	表面粗さ (Ra) : 0.2 $\mu$ m
ダイス・ポンチ	材質：工具鋼
	表面：#240仕上げ
圧下率	40%
圧下速度	2mm/分
試験温度	150℃

【0041】焼付きの評価は、試験後のリング試験片表面を観察し、◎：焼付き無く、ダイスおよびポンチの接触痕も無し、○：焼付き無し、但しダイスまたはポンチの接触痕有り、△：軽微な焼付き、×：焼付き大、とし、◎と○を合格とした。

【0042】摩擦係数の算出方法を説明する。図2は、リング試験片の断面形状を示す図で、同図 (a) は圧縮試験前、同図 (b) は圧縮試験後、である。符号5はリング試験片で、ro、ri、h1はそれぞれ圧縮試験前のリング試験片の外半径、内半径、厚さ、ri'、h2はそれぞれ圧縮試験後のリング試験片の内半径と厚さである。

【0043】摩擦係数  $\mu$  は、ro、ri、h1、ri' および h2 を測定し、表6に示す計算式から算出した。なお、摩擦係数は、経験的に実用上問題なしと判断される0.2以下を合格とした。

【0044】

【表6】



$$\Delta h = \left( 1 - \frac{h_2}{h_1} \right)$$

$$Xl = \frac{1}{\Delta h} \left\{ 1 - (1 - \Delta h) \left( \frac{r_l^2}{r_i^2} \right)^2 \right\}$$

$$rc = rl (Xl)^{0.5}$$

$$a = \frac{rl}{ro}, \quad b = \frac{2rl}{hl}$$

$$A = \sqrt{\frac{1}{3}} \ln \left[ \frac{\sqrt{\frac{1}{3}} + \sqrt{\frac{1}{Xl^2} + \frac{1}{3}}}{a^2 \left[ \sqrt{\frac{1}{3}} + \sqrt{\frac{1}{a^2 Xl^2} + \frac{1}{3}} \right]} \right]$$

$$B = b \left\{ \left( \frac{1}{a} + 1 \right) - 2\sqrt{Xl} \right\}$$

$$C = b \left( \frac{1}{a} - 1 \right)$$

$$ro > rc \geq rl \text{ の時} \quad \mu = \frac{A}{B}$$

$$ro > rl \geq rc \text{ の時} \quad \mu = \frac{A}{C}$$

【0045】押し込み疵の評価は、試験後のリング試験片を十分に洗浄して潤滑剤を除去した後、洗浄した試験片の表面粗さを測定し、表面粗さがRaで5μm未満を押し込み疵発生無しと判断し合格とした。洗浄試験は、所定量の潤滑剤を片面にのみ塗布した板状試験片をアルカリ洗浄液中に浸漬して一定時間静置する方法で実施し、試験片に塗布した潤滑剤の試験前後の重量変化より洗浄率を求めた。更に、潤滑剤を塗布しなかった面を観察することによって洗浄された粉末の再付着の有無を調査した。なお、洗浄液はオルソケイ酸ナトリウムで洗浄温度は70℃、洗浄時間は3分、潤滑剤の塗布量は0.06g/cm<sup>2</sup>とした。洗浄性は、洗浄率が80%以上で、かつ粉末の再付着がないもののみを良好と判断した。

【0046】表2と3に潤滑性、洗浄性ならびに押し込み疵の調査結果を示す。表2に示すように本発明例では、焼付きは全く発生せず摩擦係数も0.15以下であり、更に、洗浄率も80%以上であり、固体粉末の再付

着もなく、また、押し込み疵の発生もなく極めて良好であった。一方、表3に示すように比較例では、焼付きが発生し、あるいは洗浄性が不良であった。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、冷間加工において、工具と被加工材との間の焼付きを防止するとともに凹み疵の発生を防止し、かつ加工後の洗浄が容易で再付着の発生を抑制することができる。したがって、本発明の潤滑剤を冷間加工に適用することにより表面性状の良好な製品が得られる。

【図面の簡単な説明】

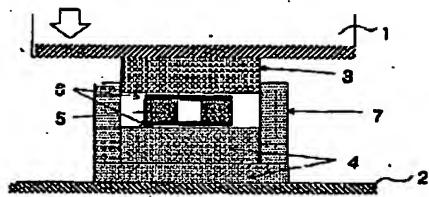
【図1】リング圧縮試験の方法を示す装置の模式図である。

【図2】リング試験片の断面形状を示す図である。

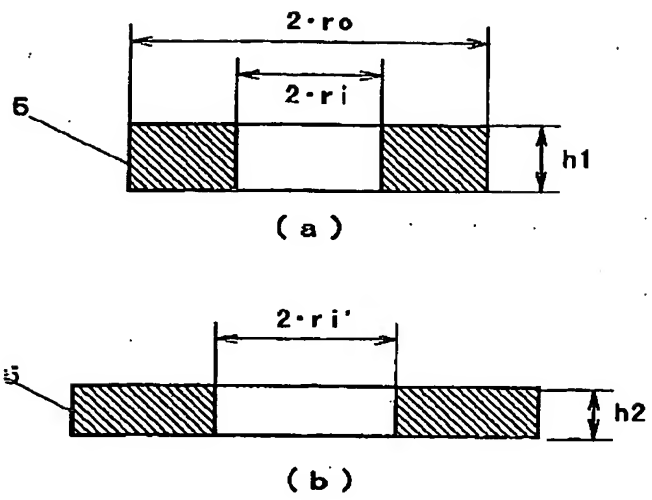
【符号の説明】

1：プレス上型、2：プレス下型、3：ポンチ、4：ダイス、5：リング試験片、6：潤滑剤、7：カバー。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	(参考)
C 1 0 M 105:32		C 1 0 M 105:32	
131:02		131:02	
135:02		135:02	
135:20		135:20	
137:04		137:04	
139:00		139:00	A
)		)	Z
C 1 0 N 10:12		C 1 0 N 10:12	
30:04		30:04	
30:06		30:06	
40:24		40:24	